

PAT-NO: JP02003228229A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003228229 A

TITLE: DEVELOPING DEVICE, AND IMAGE FORMING METHOD AND APPARATUS

PUBN-DATE: August 15, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KOYAMA, HAJIME	N/A
AOKI, KATSUHIRO	N/A
GOTO, KAZUO	N/A
IKEGUCHI, HIROSHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
RICOH CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2002026005

APPL-DATE: February 1, 2002

INT-CL (IPC): G03G015/08, G03G009/08 , G03G009/083 , G03G009/10 , G03G009/107 , G03G015/06 , G03G015/09

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain the toner image of a high quality which is fine and smooth and free of surface staining by preventing toner from scattering at a developing time and also preventing the sticking of carrier to a latent image carrier at the developing time.

**SOLUTION:** A developing device is provided with a toner supply roller 44 to carry and feed developer incorporating the toner and the carrier, a doctor blade 45 to regulate a developer amount on the toner supply roller, and a developing roller 43 turned so as to be opposed to the toner supply roller. In the developing device, a latent image is developed by carrying the toner shifted from a magnetic brush on the toner supply roller by the developing roller. The developing device is provided with a controlling means to control the proportion of the toner and the carrier of the developer so that the volume averaged grain size of the carrier is equal to or smaller than that of the toner, the toner coating ratio of the carrier surface of the developer supplied on the toner supply roller right after regulating by the doctor blade is  $\leq 100\%$ , and average magnetic susceptibility per unit-volume excluding the empty part of the developer is  $\geq 50$  emu/cc.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-228229

(P2003-228229A)

(43)公開日 平成15年8月15日(2003.8.15)

(51)IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	サーチコード(参考)	
G 0 3 G 15/08	1 1 5	G 0 3 G 15/08	1 1 5	2 H 0 0 5
	1 1 2		1 1 2	2 H 0 3 1
	5 0 2		5 0 2 C	2 H 0 7 3
	5 0 4		5 0 4 Z	2 H 0 7 7
	5 0 7	9/08		
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 16 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願2002-26005(P2002-26005)

(22)出願日 平成14年2月1日(2002.2.1)

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 小山 一

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(72)発明者 青木 勝弘

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

(74)代理人 100098626

弁理士 黒田 壽

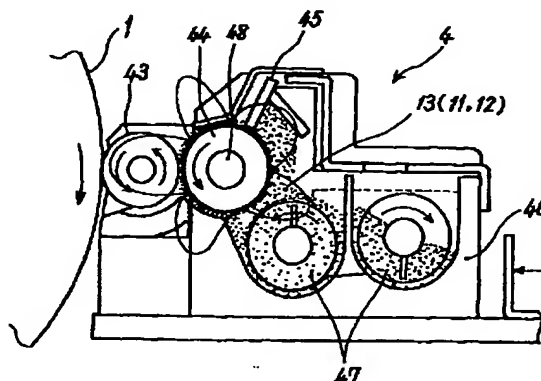
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 現像装置、画像形成方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 現像時におけるトナー飛散を防止でき、且つ現像時における潜像担持体へのキャリアの付着を防止し、緻密で滑らか且つ地肌汚れの無い高品質なトナー像を得る。

【解決手段】 トナーとキャリアとを含む現像剤を担持して搬送するトナー供給ローラ44と、トナー供給ローラ上の現像剤量を規制するドクタブレード45と、トナー供給ローラに対向して回転する現像ローラ43とを備え、トナー供給ローラ上の磁気ブラシから転移させたトナーを現像ローラに担持させ、潜像を現像する現像装置において、キャリアの体積平均粒径が上記トナーの体積平均粒径以下であり、ドクタブレードにより規制された直後のトナー供給ローラ上に供給された現像剤のキャリア表面のトナー被覆率が100%以下であり、現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上になるように、上記現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御する制御手段を備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】磁界発生手段を備え、トナーとキャリアとを含む現像剤を担持して搬送する現像剤担持体と、該現像剤担持体上の現像剤量を規制する現像剤量規制部材と、該現像剤担持体に対向して回転するトナー担持体とを備え、該現像剤量規制部材により量が規制された現像剤を磁気ブラシ状に形成し、該現像剤担持体と該トナー担持体との間に電界を形成して、該磁気ブラシ状の現像剤中のトナーを上記トナー担持体上に転移・担持させ、該トナー担持体上に転移・担持したトナーで潜像担持体上の潜像を現像する現像装置において、

上記キャリアの体積平均粒径が上記トナーの体積平均粒径以下であり、上記現像剤量規制部材により現像剤層圧量が規制された直後の上記トナー供給部材上に供給された現像剤のキャリア表面のトナー被覆率が100%以下であり、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上になるように、上記現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御する制御手段を有していることを特徴とする現像装置。

【請求項2】潜像担持体の表面を一樣に帯電し画像情報に基づいて露光することにより該潜像担持体上に潜像を形成し、現像剤を磁力により担持する現像剤担持体の表面に、トナーとキャリアとを含む現像剤を担持させ、現像剤規制部材により現像剤担持体の表面の現像剤量を規制した後、現像剤担持体上に現像剤を磁気ブラシ状に形成し、該現像剤担持体に対向して回転するトナー担持体との間に電界を形成して、該電界により上記磁気ブラシ状の現像剤中のトナーを上記トナー担持体上に転移・担持させ、該トナー担持体上に転移・担持したトナーで該潜像担持体上の潜像をトナー像化した後、該潜像担持体上のトナー像を転写材に転写する画像形成方法において、

上記磁性キャリアの体積平均粒径が上記トナーの体積平均粒径以下であり、上記現像剤量規制部材により現像剤量が規制された直後の上記現像剤担持体上に供給された現像剤のキャリア表面のトナー被覆率が100%以下であり、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上になるように、上記現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御する制御して画像形成をおこなうことを特徴とする画像形成方法。

【請求項3】潜像担持体と、該潜像担持体の表面を一樣に帯電し画像情報に基づいて露光することにより該潜像担持体上に潜像を形成する潜像形成手段と、磁界発生手段を備え、磁界発生手段を備え、トナーとキャリアとを含む現像剤を担持して搬送する現像剤担持体と、該現像剤担持体上の現像剤量を規制する現像剤量規制部材と、該現像剤担持体に対向して回転するトナー担持体とを備え、該現像剤量規制部材により量が規制された現像剤を磁気ブラシ状に形成し、該現像剤担持体と該トナー担持体との間に電界を形成して、該磁気ブラシ状の現像剤中

のトナーを上記トナー担持体上に転移・担持させ、該トナー担持体上に転移・担持したトナーで潜像担持体上の潜像を現像してトナー像化する現像手段と、該潜像担持体上のトナー像を転写材に転写する転写手段とを備えた画像形成装置において、

上記キャリアの体積平均粒径が上記トナーの体積平均粒径以下であり、上記現像剤量規制部材により現像剤層圧量が規制された直後の上記現像剤担持体上に供給された現像剤のキャリア表面のトナー被覆率が100%以下であり、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上になるように、上記現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御する制御手段を有する現像装置を使用して画像形成をおこなうことを特徴とする画像形成装置。

【請求項4】請求項1の現像装置において、上記キャリアの空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が、1kOe磁場中で50emu/cc以上であることを特徴とする現像装置。

【請求項5】請求項1または4の現像装置において、上記キャリアが、磁場中の動的電気抵抗が $10^6\Omega$ 以上の磁性粒子からなることを特徴とする現像装置。

【請求項6】請求項1、4または5の現像装置において、上記現像剤量規制部材により現像剤量が規制された直後の上記現像剤担持体上の現像剤中のトナーの、単位質量当りの平均帯電量の絶対値が、 $5\mu\text{C/g}$ 以上であることを特徴とする現像装置。

【請求項7】請求項1、4、5または6の現像装置において、上記現像剤担持体から上記トナー担持体に対して、電界作用による静電力で上記磁気ブラシ中のトナーを受け渡す現像領域の最下流部の、該現像剤担持体の法線方向の磁束密度が、60mT以上であることを特徴とする現像装置。

【請求項8】請求項1、4、5、6または7の現像装置において、上記キャリアの平均球形度が、0.8以上であることを特徴とする現像装置。

【請求項9】請求項1、4、5、6、7または8の現像装置において、上記トナーの上記現像剤への補給動作と連動又は独立して、上記キャリアを使用済みキャリアの一部と入れ替えて上記現像剤に補充するキャリア補充手段を有していることを特徴とする現像装置。

【請求項10】請求項1、4、5、6、7、8または9の現像装置において、上記トナー担持体の表面に近接するように対向配置されて、該トナー担持体の表面に付着したキャリアを補足するキャリア補足手段を有していることを特徴とする現像装置。

【請求項11】請求項1、4、5、6、7、8または9または10の現像装置において、上記トナーの現像又は供給ポテンシャル（絶対値）が、400V以下であることを特徴とする現像装置。

【請求項12】請求項1、4、5、6、7、8、9また

は11の現像装置において、上記キャリアの心材が樹脂と磁性粒子とを混練した混合物からなることを特徴とする現像装置。

【請求項13】請求項1、4、5、6、7、8、9、10、11または12の現像装置において、上記トナーの体積平均粒径が、4〜9 $\mu$ mであることを特徴とする現像装置。

【請求項14】請求項1、4、5、6、7、8、9、10、11、12又は13の現像装置において、上記トナーが磁性トナーであることを特徴とする現像装置。

【請求項15】請求項7の現像装置において、上記現像剤担持体の表面線速が、900mm/sec以下であることを特徴とする現像装置。

【請求項16】請求項8または12の現像装置において、上記キャリアの芯材が、 $MO \cdot Fe_2O_3$  (Mは2価の金属イオン)の組成を持つ一群のフェライトからなることを特徴とする現像装置。

【請求項17】請求項10の現像装置において、上記キャリア補足手段により補足したキャリアを、上記現像剤に戻すことを特徴とする現像装置。

【請求項18】請求項1、4、5、6、7、8、9、10、12、13、14、15、16または17の現像装置において、上記現像剤担持体と上記現像剤量規制部材との間隙を400 $\mu$ m以下にしたことを特徴とする現像装置。

【請求項19】請求項18の現像装置において、上記現像剤担持体と上記現像剤量規制部材とが互いに近接する方向の圧力を受けるよう構成したことを特徴とする現像装置。

【請求項20】請求項19の現像装置において、上記現像剤担持体と上記現像剤量規制部材との間隔を一定に保つ間隙保持部材を設けたことを特徴とする現像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プリンタ、ファックス、複写機等の画像形成装置における現像装置、該現像装置を用いて画像形成をおこなう画像形成方法及び画像形成装置に関するものである。詳しくは、トナーとキャリアからなる2成分現像剤を用いた現像装置、該現像装置を用いて画像形成をおこなう画像形成方法及び画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の画像形成装置の現像装置においては、形成される画像の高画質化、及び画像形成速度の高速化にともない、潜像担持体上の潜像を現像する際のトナー飛散の低減が必要不可欠な課題となっている。このようなトナー飛散を低減することを目的とした現像装置として、従来、特開平10-312105号公報、特開平11-194525号公報などの現像装置が提案されている。

【0003】上記特開平10-312105号公報の現像装置は、複数の磁極を持ち現像剤を磁力担持しながら回転して潜像担持体表面の潜像を現像する現像ローラを用いている。また、この現像ローラに担持・搬送される現像剤の量を規制する現像剤規制部材(ドクタ)や、該ドクタの上流に設けられた開口を有する剤攪拌室を備えている。さらに、この剤攪拌室内には、現像剤のトナー濃度を検知するためのトナー濃度センサや、磁性キャリアとトナーとからなる現像剤を攪拌するためのアジテータが設けられている。また、上記剤攪拌室に連通するトナー補給用開口を有するトナー収容部や、このトナー収容部内でトナーを補給するためのアジテータを備えている。この現像装置においては、上記剤攪拌室における現像剤のトナー濃度を、所定の式で表されるキャリア被覆率が130%以下になるように設定して、トナー飛散を低減するようにしている。

【0004】また、特開平11-194525号公報の現像装置は、安全性に有利とされるマンガングネシウム系フェライトキャリアを含有する現像剤を使用している。そして、該マンガングネシウム系フェライトキャリア表面のトナー被覆率を30乃至65%とし、且つ30nm乃至2 $\mu$ mの平均粒径を有する導電性シリカ粒子を、トナー全重量に対し、0.05乃至0.3重量%外添して、トナー飛散の発生を防止するようにしている。

【0005】一方、上記2成分現像剤を用いる現像装置としては、2成分現像剤からなる磁気ブラシで、上記潜像担持体上の潜像を直接現像する現像装置が実用化されている。また、2成分現像剤からなる磁気ブラシを、トナー担持体上へのトナー供給手段及びトナー薄層形成部材として用い、上記潜像担持体上の潜像を、トナー担持体上に供給したトナーで現像する現像装置が実用化されている。この現像装置では、トナーをトナーと磁性粒子との摩擦により所定極性に帯電し、磁気ブラシから所定極性に帯電されたトナーのみが、トナー担持体上に移動して担持される。このため、トナーの帯電が安定すると共に、潜像担持体上の潜像の現像をトナーのみで行うので、磁気ブラシが像担持体の表面に当たって現像ムラなどが生じる不具合がない。よって、潜像担持体上にざらつき感がなく、高品位な画像が得られる。

【0006】これらの現像装置においては、何れも上記キャリアの小粒径化が、形成画像の高画質化に有効である。すなわち、小粒径のキャリアを用いることにより、木目の細かい磁気ブラシを形成できるようになる。このような木目の細かい磁気ブラシにより、上記潜像担持体上の潜像を直接もしくは間接的に現像する。これにより、磁気ブラシの摺擦による磁気ブラシマークや穂跡と呼ばれる画像のざらつき感を低減でき、画像欠陥の少ない均質な画像が得られるようになる。

【0007】また、同じ嵩量のキャリアでは、その粒径が小さくなるほど全体の表面積が大きくなって、より多

くのトナーを静電気力で担持することができる。従って、このような小粒径のキャリアを用いた現像では、現像剤のトナー濃度がある程度高くても、トナー飛散や地汚れを起こす虞が少なく、トナー濃度不足やトナー濃度変化の少ない画質が安定した画像を形成できる利点がある。

【0008】このようなことから、上記従来の画像形成装置の現像装置においては、現像剤担持体に供給される現像剤のトナー濃度をキャリア粒径及びトナー粒径に応じたトナー濃度に設定してトナー飛散を低減するようにしている。また、キャリア表面のトナー被覆率を所定の範囲に制約して、トナー飛散を低減するようにしている。さらに、トナー濃度不足やトナー濃度変化の少ない画質が安定した画像を得るために、現像剤のトナー濃度のレベルを、トナー飛散を効果的に抑制できる範囲の、できるだけ高めめのレベルに設定するようにしている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】前記従来の現像装置のように、2成分現像剤のトナー濃度のレベルを、トナー飛散を効果的に抑制できる範囲の、できるだけ高めめのレベルに設定する。これにより、トナー濃度不足やトナー濃度変化の少ない画質が安定した画像を得るようにした場合、潜像担持体へのキャリア付着が起りやすくなる。

【0010】すなわち、上記2成分現像剤は、そのトナーとキャリアとが静電気力で互いに引き合うことにより、現像装置の現像剤担持体に対し一体的になって磁力により保持されて移動する。ここで、現像剤のトナー濃度が高い場合には、キャリア表面の全体が帯電トナーにより覆われた状態となり、現像剤担持体の磁力による現像剤全体としてのキャリアの磁化率が低下する。

【0011】このような磁化率が低下した現像剤は、現像剤担持体へのキャリアの吸着力が弱くなっている。このようなトナー濃度のレベルが高い現像剤を用いた現像装置では、現像時にキャリアがトナーとともに現像剤担持体上から対向部材である潜像担持体上またはトナー担持体上に転移しやすくなる。このため、潜像担持体上またはトナー担持体上へのキャリア付着が起りやすくなる。なお、トナー担持体上のトナーにより潜像を現像する装置では、トナー担持体上にキャリア付着がこると、トナー担持体を介して最終的に潜像担持体上へのキャリア付着が起ってしまう。また、上述のようなトナー濃度のレベルが高い現像剤を用いた現像装置においては、トナーを担持するキャリアの磁化率の低下する。これにより、現像剤担持体の回転により付与されるキャリアの運動エネルギーによって生じるキャリアの飛散や落下が多くなる。しかし、現状の現像装置では、上述したような現像時におけるトナー飛散の問題と、潜像担持体へのキャリア付着、キャリア飛散やキャリア落下の問題とを、同時に解決できる技術が確立されていなかった。

【0012】本発明は以上の背景に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、現像時におけるトナー飛散を防止でき、且つ現像時における潜像担持体へのキャリアの付着を防止できる現像装置を提供することである。また、該現像装置を用いてトナー濃度不足やトナー濃度変化の少ない緻密で滑らか且つ地肌汚れの無い高品質な画像を得ることができる画像形成方法、及び画像形成装置を提供することである。

【0013】

10 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の発明は、磁界発生手段を備え、トナーとキャリアとを含む現像剤を担持して搬送する現像剤担持体と、該現像剤担持体上の現像剤量を規制する現像剤量規制部材と、該現像剤担持体に対向して回転するトナー担持体とを備え、該現像剤量規制部材により量が規制された現像剤を磁気ブラシ状に形成し、該現像剤担持体と該トナー担持体との間に電界を形成して、該磁気ブラシ状の現像剤中のトナーを上記トナー担持体上に転移・担持させ、該トナー担持体上に転移・担持したトナーで潜像担持体上の潜像を現像する現像装置において、上記キャリアの体積平均粒径が上記トナーの体積平均粒径以下であり、上記現像剤量規制部材により現像剤層圧量が規制された直後の上記現像剤担持体上に供給された現像剤のキャリア表面のトナー被覆率が100%以下であり、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上になるように、上記現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御する制御手段を有していることを特徴とするものである。この現像装置においては、トナー担持体上のトナー層が、均一、緻密な1成分現像を行うので、潜像担持体上にざらつき感がなく、高精細、高鮮鋭、地汚れ等のないトナー像を形成することができる。また、この現像装置では、磁気ブラシで直接潜像を現像する現像装置と比べ、磁気ブラシから対向部材へのキャリア付着がおき難い。磁気ブラシで直接潜像を現像する現像装置では、画像周辺部地肌で最もキャリア付着がおきやすい。これは、潜像担持体の地肌部では、キャリアを潜像担持体の地肌部に向かわせる方向の電界が働くうえ、画像周辺部地肌に画像部に付着したトナーと逆極性のカウンターチャージがおよぶためと考えられる。一方、この現像装置では、現像剤中のトナーをトナー担持体上に転移・担持させるために現像剤担持体とトナー担持体との間に働く電界は、トナーをトナー担持体側に向かわせキャリアを現像剤担持体に向かわせるような様な電界である。このため、磁気ブラシから対向部材へのキャリア付着が起き難くなる。また、体積平均粒径がトナーの体積平均粒径以下の小粒径のキャリアを使用している。このキャリアは、同じ嵩量の通常のキャリアと比較して、上記現像剤のキャリア全体の表面積が大きくなり、より多くのトナーを静電気力で担持することができるようになる。これにより、トナー濃度不足

やトナー濃度変化の少ない画質が安定した画像を得るために、現像剤のトナー濃度を高くしても、現像時にトナー飛散や地汚れを起こす虞が少なくなる。また、この現像装置では、上記現像剤量規制部材により現像剤量が規制された直後の上記現像剤担持体上に供給された現像剤のキャリア表面のトナー被覆率が100%以下、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上になるように、上記制御手段により現像剤のトナーとキャリアとの割合が制御される。キャリア表面のトナー被覆率が100%を越える場合には、トナーの帯電不足、地汚れ、トナー飛散等の問題が発生する。さらに、表1を用いて後述する実験により、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上の場合には、トナー担持体へのキャリア付着が無くなることがわかった。逆に、この平均磁化率が50emu/ccよりも小さくなると、トナー担持体へのキャリア付着が多くなり、トナー担持体を介して潜像担持体にキャリアが付着することがわかった。なお、現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御する制御手段としては、現像剤中にトナーを補給するトナー補給装置を用いることができる。これにより、現像時における現像剤の磁気特性が管理されるようになり、現像剤のトナー濃度を高めた場合の大きな課題である、潜像担持体へのキャリア付着、キャリア飛散、キャリア落下等の問題を解消できるようになる。請求項2の発明は、潜像担持体の表面を一樣に帯電し画像情報に基づいて露光することにより該潜像担持体上に潜像を形成し、現像剤を磁力により担持する現像剤担持体の表面に、トナーとキャリアを含む現像剤を担持させ、現像剤規制部材により現像剤担持体の表面の現像剤量を規制した後、現像剤担持体上に現像剤を磁気ブラシ状に形成し、該現像剤担持体に対向して回転するトナー担持体との間に電界を形成して、該電界により上記磁気ブラシ状の現像剤中のトナーを上記トナー担持体上に転移・担持させ、該トナー担持体上に転移・担持したトナーで該潜像担持体上の潜像をトナー像化した後、該潜像担持体上のトナー像を転写材に転写する画像形成方法において、上記磁性キャリアの体積平均粒径が上記トナーの体積平均粒径以下であり、上記現像剤量規制部材により現像剤量が規制された直後の上記現像剤担持体上に供給された現像剤のキャリア表面のトナー被覆率が100%以下であり、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上になるように、上記現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御する制御して画像形成をおこなうことを特徴とするものである。請求項3の発明は、潜像担持体と、該潜像担持体の表面を一樣に帯電し画像情報に基づいて露光することにより該潜像担持体上に潜像を形成する潜像形成手段と、磁界発生手段を備え、磁界発生手段を備え、トナーとキャリアを含む現像剤を担持して搬送する現像剤担持体と、該現像剤担持体上の現像

剤量を規制する現像剤量規制部材と、該現像剤担持体に対向して回転するトナー担持体とを備え、該現像剤量規制部材により量が規制された現像剤を磁気ブラシ状に形成し、該現像剤担持体と該トナー担持体との間に電界を形成して、該磁気ブラシ状の現像剤中のトナーを上記トナー担持体上に転移・担持させ、該トナー担持体上に転移・担持したトナーで潜像担持体上の潜像を現像してトナー像化する現像手段と、該潜像担持体上のトナー像を転写材に転写する転写手段とを備えた画像形成装置において、上記キャリアの体積平均粒径が上記トナーの体積平均粒径以下であり、上記現像剤量規制部材により現像剤層圧量が規制された直後の上記現像剤担持体上に供給された現像剤のキャリア表面のトナー被覆率が100%以下であり、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上になるように、上記現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御する制御手段を有する現像装置を使用して画像形成をおこなうことを特徴とするものである。請求項4の発明は、請求項1の現像装置において、上記キャリアの空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が、1kOe磁場中で50emu/cc以上であることを特徴とするものである。請求項5の発明は、請求項1または4の現像装置において、上記キャリアが、磁場中の動的電気抵抗が $10^6 \Omega$ 以上の磁性粒子からなることを特徴とするものである。請求項6の発明は、請求項1、4または5の現像装置において、上記現像剤量規制部材により現像剤量が規制された直後の上記現像剤担持体上の現像剤中のトナーの、単位質量当りの平均帯電量の絶対値が、 $5 \mu c/g$ 以上であることを特徴とするものである。請求項7の発明は、請求項1、4、5または6の現像装置において、上記現像剤担持体から上記トナー担持体に対して、電界作用による静電力で上記磁気ブラシ中のトナーを受け渡す現像領域の最下流部の、該現像剤担持体の法線方向の磁束密度が、60mT以上であることを特徴とするものである。請求項8の発明は、請求項1、4、5、6または7の現像装置において、上記キャリアの平均球形度が、0.8以上であることを特徴とするものである。請求項9の発明は、請求項1、4、5、6、7または8の現像装置において、上記トナーの上記現像剤への補給動作と連動又は独立して、上記キャリアを使用済みキャリアの一部と入れ替えて上記現像剤に補充するキャリア補充手段を有していることを特徴とするものである。請求項10の発明は、請求項1、4、5、6、7、8または9の現像装置において、上記トナー担持体の表面に近接するように対向配置されて、該トナー担持体の表面に付着したキャリアを補足するキャリア補足手段を有していることを特徴とするものである。請求項11の発明は、請求項1、4、5、6、7、8または9または10の現像装置において、上記トナーの現像又は供給ポテンシャル（絶対値）が、400V以下であることを特徴とするものであ



る。請求項12の発明は、請求項1、4、5、6、7、8、9または11の現像装置において、上記キャリアの心材が樹脂と磁性粒子とを混練した混合物からなることを特徴とするものである。請求項13の発明は、請求項1、4、5、6、7、8、9、10、11または12の現像装置において、上記トナーの体積平均粒径が、4～9 $\mu$ mであることを特徴とするものである。請求項14の発明は請求項1、4、5、6、7、8、9、10、11、12又は13の現像装置において、上記トナーが磁性トナーであることを特徴とするものである。請求項15の発明は、請求項7の現像装置において、上記現像剤担持体の表面線速が、900mm/sec以下であることを特徴とするものである。請求項16の発明は、請求項8または12の現像装置において、上記キャリアの芯材が、 $MO \cdot Fe_2O_3$  (Mは2価の金属イオン)の組成を持つ一群のフェライトからなることを特徴とするものである。請求項17の発明は、請求項10の現像装置において、上記キャリア補足手段により補足したキャリアを、上記現像剤に戻すことを特徴とするものである。請求項18の発明は、請求項1、4、5、6、7、8、9、10、12、13、14、15、16または17の現像装置において、上記現像剤担持体と上記現像剤量規制部材との間隙を400 $\mu$ m以下にしたことを特徴とするものである。請求項19の発明は、請求項18の現像装置において、上記現像剤担持体と上記現像剤量規制部材とが互いに近接する方向の圧力を受けるよう構成したことを特徴とするものである。請求項20の発明は、請求項19の現像装置において、上記現像剤担持体と上記現像剤量規制部材との間隙を一定に保つ間隙保持部材を設けたことを特徴とするものである。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明を、画像形成装置であるプリンタに適用した一実施形態について説明する。なお、本実施形態は、プリンタ以外に、複写機やファクシミリなどにも適用することができる。まず、本実施形態の説明に先立って、本発明が適用されるプリンタについて説明する。このプリンタの主要部の概略構成を図1に示す。

【0015】図1において、静電潜像担持体である感光体ドラム1の周囲に、当該ドラム表面を帯電するための帯電装置2が備えられている。また、一様帯電処理面に潜像を形成するためのレーザー光Lを照射するための露光装置が備えられている。また、ドラム表面の潜像に帯電トナーを付着することでトナー像を形成する現像装置4が備えられている。また、形成されたドラム上のトナー像を記録紙やOHPシートなどの転写材へ転写するための転写装置5が備えられている。また、感光体ドラム1上の残留トナーを除去するためのクリーニング装置7が備えられている。また、感光体ドラム1上の残留電位を除去するための除電ランプ8などが備えられてい

る。

【0016】このような構成のプリンタにおいて、チャージャあるいは帯電ローラからなる帯電装置2によって表面を一様に帯電された感光体ドラム1の表面には、レーザー光Lの露光によって、静電潜像が形成される。この静電潜像は、現像装置4によってトナー像化される。該トナー像は、転写ローラあるいは転写ベルトなどで構成された転写装置5によって、感光体ドラム1の表面から、図示しない給紙トレイから搬送された記録紙Pへ転写される。

【0017】この転写の際に、感光体ドラム1に静電的に付着した記録紙Pは、図示しない分離爪によって感光体ドラムから分離される。そして未定着の記録紙P上のトナー像は、定着装置6によって記録紙Pに定着される。

【0018】一方、転写されずに感光体ドラム1上に残留したトナーは、クリーニング装置7によって除去され回収される。残留トナーを除去された感光体ドラム1は除電ランプ8で初期化され、次の画像形成プロセスに供される。

【0019】上記現像装置4の構成を図2に基づいて説明する。現像装置内4には、トナー担持体としての現像ローラ43が感光体ドラム1に当接するように配置されている。この現像ローラ43には、内部に固定磁石48が内蔵されている現像剤担持体としてのトナー供給ローラ44が対向配置されている。固定磁石48はトナー供給ローラ44の周表面に現像剤の穂立ちを生じるように磁界を形成する。固定磁石48から発せられる法線方向磁力線に沿うように、現像剤のキャリアがトナー供給ローラ44上にチェーン状に穂立ちを起し、このチェーン状に穂立ちを生じたキャリアに帯電トナーが付着されて、磁気ブラシが構成される。この磁気ブラシは現像ローラ41の回転によって現像ローラと同方向(図で見て時計回り方向)に移送され、現像ローラ43との対向部である供給領域に搬送される。現像剤の搬送方向(図で見て反時計回り方向)における供給領域の上流側部分に、現像剤チェーン穂の穂高さ、即ち、トナー供給ローラ44上の現像剤量を規制するためのドクタブレード45が設置されている。このドクタブレード45とトナー供給ローラ44との間隔であるドクタギャップは0.4mmに設定されている。そして、選択的にトナー供給電界を形成することにより、この磁気ブラシ中のトナーのみが、現像ローラ43上に供給され、現像ローラ43の表面に過不足のない量(トナー1～2層相当が好適)のトナー薄層が形成される。ここで、トナー供給ローラ44は、アルミニウム、真鍮、ステンレス、導電性樹脂などの非磁性体を円筒形に形成してなり、図示しない回転駆動機構によって回転されるようになっている。また、トナー供給ローラ44の表面はサンドブラストもしくは1～数mmの深さを有する複数の溝を形成する処理を行

い2〜10 $\mu$ mRZの範囲に入るように荒らしている。また、トナー供給ローラ44の現像ローラ43とは反対側領域には、現像ケーシング46内の現像剤を攪拌しながらトナー供給ローラ44へ汲み上げるためのスクリュウあるいはパドル等からなる攪拌・搬送部材47が設置されている。さらに、攪拌・搬送部材47の上方の現像ケーシング46には、図示しないトナー補給口が設けられている。感光体ドラムはアルミ等の素管に感光性を有する有機感光体を塗布し、感光層を形成したドラムタイプのものを示した。

【0020】本実施形態のプリンタでは、現像剤として、トナーとキャリアとを混合した2成分現像剤を使用している。そして、このような2成分現像剤の磁気ブラシをトナー担持体としての現像ローラ43へのトナー供給及びトナー薄層形成手段として用い、感光体ドラム1上の潜像を、上記現像ローラ42で現像する現像装置4である。

【0021】この現像装置4においては、前述したように、上記キャリアとして小粒径のものをを用いることが、木目の細かな磁気ブラシを形成できるので、現像ローラ43上のトナー層が均一なものとなり高画質化に有効となる。さらに、この現像ローラ43上のトナー層を用いて、感光体ドラム1上の潜像を現像する。このため、磁気ブラシで直接感光体ドラム1上の潜像を現像する装置に較べると現像ムラなどが生じる不具合がなく、潜像に忠実な現像を行うことができる。また、同等の高当りのキャリアの表面積は、小粒径のもの程大きくなるので、キャリアにより多くのトナーを静電気力で担持できる。従って、現像剤のキャリアを小粒径化することで、高トナー濃度にしてもトナー飛散防止や地汚れ防止ができ、濃度不足や濃度変化の無い画像が安定して得られるようになる。

【0022】しかし、このような小粒径のキャリアを用いた現像剤は、そのトナー濃度が高くなる程、キャリアの磁化率が低くなる。従って、トナーとキャリアとが静電気力で引き合っ体系的に振舞う場合には、現像剤全体の磁化率も低下することになる。このため、上記現像装置4の現像ローラ43の回転により付与されるキャリアの運動エネルギーで生じるキャリア飛散が多くなる。つまり、現像剤のトナー濃度をあげるほど、トナーを担持するキャリアの磁化率が低下する。これにより、現像剤全体としての磁力が低下する。この結果、キャリアは現像ローラ43に付着し易くなり、現像ローラ43を介して感光体ドラム1上に付着してしまう。

【0023】ここで、現像剤のトナー濃度が高くなると、トナーを担持するキャリアの電荷量も低下するが、上述のキャリア付着は、現像剤の全体的な磁力低下によって発生するもので、キャリアの電荷量によるものではない。現像剤のトナー濃度が高くなって、キャリアの静電気力が低下すると、上記キャリア付着は起こり難くな

る。すなわち、小粒径のキャリアを用いた現像剤は、磁氣的にはキャリア付着を起こし易くなり、電氣的にはキャリア付着を起こし難くなる。

【0024】従って、上記磁力低下によるキャリア付着が起こり難い現像剤のトナー濃度範囲を規定することができれば、高トナー濃度にしてもトナー飛散防止や地汚れ防止ができ、且つ上キャリア付着が無くすることができる。これにより、濃度不足や濃度変化の無い画像が安定して得られるようになる。

10 【0025】そこで、本発明者らは、現像剤としての磁気特性管理等を行うことにより、トナーを静電的に担持してトナーと一体的に振舞うキャリアに働く磁力下限を保証した。と同時に、キャリアが現像終了後も多くのトナーを静電気力で担持することによってこのキャリア（担持トナー含）に働く、現像ローラ43方向に向かう静電気力を低減させる。これにより、大きな課題である現像ローラ43および感光体ドラム1へのキャリア付着、キャリア飛散、キャリア落下等の問題を防止することを試みた。

20 【0026】すなわち、本実施形態に係る現像装置4では、体積平均粒径がトナーの体積平均粒径以下である小粒径のキャリアを使用する。さらに、トナーを含む2成分現像剤による磁気ブラシが、現像剤量を規制する現像剤量規制部材（ドクタ）を通過した直後の、キャリア表面上のトナー被覆率は、100%以下の範囲とした。そして、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上になるように、上記現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御した。

30 【0027】このように、本実施形態に係る現像装置で使用する現像剤のキャリアは、体積平均粒径がトナーの体積平均粒径以下の小粒径のキャリアである。このキャリアは、同じ嵩量の通常のキャリアと比較して、上記現像剤のキャリア全体の表面積が大きくなり、より多くのトナーを静電気力で担持することができるようになる。これにより、トナー濃度不足やトナー濃度変化の少ない画質が安定した画像を得るために、現像剤のトナー濃度を高くしても、現像時にトナー飛散や地汚れを起こす虞が少なくなる。

40 【0028】また、キャリア表面のトナー被覆率が100%を越える場合には、トナーの帯電不足、地汚れ、トナー飛散等の問題が発生する。

50 【0029】さらに、上記キャリアの磁化率とキャリアと一体的に振舞うトナー（トナー被覆率100%以下）の合わせた磁化率、すなわち、現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率を求めた。そして、該磁化率と、キャリア付着との関係を、上記現像装置4を用いた実験により評価した。なお、単位体積当り磁化率平均は単位質量当り磁化率平均に2成分現像剤の真比重 $\rho_D$ を乗じたものである。また、2成分現像剤の真比重： $\rho_D = 1 \div (\rho_T / \rho_T + \rho_C / \rho_C)$ である。 $\rho_T$ ：トナ



一真比重 (g/cc)、 $\rho_T$  : トナー重量比率 (%)、  
 $\rho_C$  : キャリア真比重 (g/cc)、 $\rho_C$  : キャリア重量比率 (%) である。このときの、現像ローラ43の径が18mmで、現像ローラ線速が360mm/秒に設定されている。また、トナー供給ローラ44のスリーブ径が20mmで、スリーブ線速が540mm/秒に設定されている。従って、現像ローラ線速に対するトナー供給ローラ線速の比は1.5である。また、トナー供給ローラ4\*

CO1005398

\*4の主極磁束密度60mTである。この結果を表1に示す。表1より、上記現像剤の空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が50emu/cc以上の場合には、像担持体へのキャリア付着が無くなる。逆に、この平均磁化率が50emu/ccよりも小さくなると、像担持体へのキャリア付着が多くなる。

【表1】

キャリア				トナー				現像剤			
真比重	磁化率	従来磁化率	重量比率	真比重	磁化率	従来磁化率	重量比率	真比重	磁化率	従来磁化率	キャリア付着
$\rho_C$	$\sigma_C$	$\sigma_{CO}$	$\omega_C$	$\rho_T$	$\sigma_T$	$\sigma_{TO}$	$\omega_T$	$\rho_D$	$\sigma_D$	$\sigma_{DO}$	
g/cc	emu/cc	emu/g		g/cc	emu/cc	emu/g		g/cc	emu/cc	emu/g	
5	300	80	0.9	1.15	0	0	0	0.1	3.745928	202.2801	54 ○(無し)
5	300	80	0.8	1.15	0	0	0	0.2	2.994792	143.75	48 ○(無し)
5	300	80	0.7	1.15	0	0	0	0.3	2.484577	104.7722	42 ○(無し)
5	300	80	0.6	1.15	0	0	0	0.5	1.868919	56.09756	30 △(数量:許容4%)
5	300	80	0.485	1.15	0	0	0	0.535	1.791417	48.80053	27.9 ×(多量)
5	300	80	0.4	1.15	0	0	0	0.6	1.66165	39.86439	24 ×(多量)
5	300	80	0.3	1.15	0	0	0	0.6	1.32336	23.82048	18 ×(多量)
5	300	80	0.2	1.15	0	0	0	0.9	1.215645	14.56774	12 ×(多量)
5	450	90	0.9	1.15	0	0	0	0.1	3.745928	303.4202	81 ○(無し)
5	450	90	0.8	1.15	0	0	0	0.2	2.994792	215.625	72 ○(無し)
5	450	90	0.7	1.15	0	0	0	0.3	2.484577	157.1584	83 ○(無し)
5	450	90	0.6	1.15	0	0	0	0.4	2.137546	115.4275	54 ○(無し)
5	450	90	0.5	1.15	0	0	0	0.5	1.868919	84.14634	45 ○(無し)
5	450	90	0.4	1.15	0	0	0	0.6	1.66165	56.82659	36 △(数量:許容4%)
5	450	90	0.38	1.15	0	0	0	0.66	1.574264	49.50632	31.5 ×(多量)
5	450	90	0.3	1.15	0	0	0	0.7	1.495449	40.37711	27 ×(多量)
5	450	90	0.2	1.15	0	0	0	0.8	1.369338	24.46809	18 ×(多量)
5	300	80	0.9	1.5	30	20	20	0.1	4.054054	227.027	56 ○(無し)
5	300	80	0.8	1.5	30	20	20	0.2	3.403091	177.2727	52 ○(無し)
5	300	80	0.7	1.5	30	20	20	0.3	2.941178	141.1765	48 ○(無し)
5	300	80	0.6	1.5	30	20	20	0.5	2.307682	92.30769	40 ○(無し)
5	300	80	0.5	1.5	30	20	20	0.6	2.083333	75	36 ○(無し)
5	300	80	0.4	1.5	30	20	20	0.7	1.898734	60.75948	32 △(数量:許容4%)
5	300	80	0.21	1.5	30	20	20	0.79	1.756499	49.94138	28.4 ×(多量)
5	300	80	0.2	1.5	30	20	20	0.8	1.744186	48.83721	28 ×(多量)
5	300	80	0.1	1.5	30	20	20	0.9	1.612903	39.70988	24 ×(多量)

これにより、現像時における現像剤の磁気特性が厳密に管理されるようになり、現像剤のトナー濃度を高めた場合の大きな課題である、現像ローラ43及び感光体ドラム1へのキャリア付着、キャリア飛散、キャリア落下等の問題を解消できるようになる。

【0030】また、上記キャリアの空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率は、表1に示すように、1kOe磁場中で50emu/cc以上であることが好ましい。また、現像剤のトナーとキャリアとの割合を制御する制御手段としては、図示しないトナー補給装置やキャリア補充装置により、現像装置4へのトナー補給量やキャリア補充量を制御することで達成することができる。

【0031】また、本実施形態に係る現像装置4では、特に低電位現像に好適な抵抗が低目のキャリアを使用する場合に、このキャリアの抵抗下限を管理することにより、静電誘導現象による現像ローラ43へのキャリア付着を防止している。すなわち、このキャリアは、キャリアのみの磁場中の動的電気抵抗(以下DRと略記)が、 $10^6 \Omega$ オーダー以上の磁性粒子からなることが好ましい。

【0032】図4に、本実施形態に係る現像装置で用いる現像剤のキャリア12の一例を示す。図5は、従来のキャリア例である。このキャリアは、①トナーを現像剤※50

※ーラへ供給する供給領域に搬送する。②トナーに所望の電荷を与える。③トナー供給電極となる。④現像ローラ上の不用トナーを除去する。等の多くの機能が備わっている。従って、上記キャリアは、その粉体特性(粒径、形状)、電気特性、磁気特性が重要な要素であり、現像プロセスに適合させる性能が要求される。また、上記現像剤のキャリアとしては、摩擦帯電性、環境安定性、耐久性向上のために、従来から樹脂コートキャリアも多く使用されている。コート樹脂としては、ポリエステル系樹脂、フッ素樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、などが用いられる。このコート樹脂は、噴射法、浸漬法によりキャリア表面に被覆される。

【0033】また、上記ドクタを通過した直後の磁気ブラシ中のトナーの単位質量当りの平均帯電量としては、トナー被覆率が50%以上で、トナー濃度が10%以上の比較的高濃度な状態でも、絶対値が $5 \mu c/g$ 以上となるようにした。これにより、トナー飛散や地汚れの問題を防止することができた。

【0034】また、現像ローラ43とトナー供給ローラ48との間のニップ(以下、供給ニップという)に形成した電界作用によって、上記ドクタを通過した後の磁気ブラシ中のトナーを、現像ローラ43の表面に静電力で受け渡す領域の最下流部の、トナー供給ローラ48の法

線方向の磁束密度は、60mT以上とした。これにより、キャリアに磁力が強く作用して、現像ローラ43へのキャリア附着や、キャリア飛散を殆ど防止できるようになった。

【0035】ところで、キャリア表面に不定形の大きな凹部や平面部があると、トナーフィルミングや帯電能力の違う表層材料がまばらに存在するケースが多い。このため、トナーの帯電量にムラが生じやすくなって、地汚れや、トナー飛散などの問題が生じ易い。そこで、本実施形態に係る現像装置においては、球形度が0.8以上の球形キャリアを用いることにより上記問題を回避するようにしている。

【0036】また、上記樹脂コートキャリアでは、その表面が多少削れるようにしても良い。この場合、キャリア表面に附着した異物のみが削れて、キャリア母体に変化しない構成とすることが望ましい。このようなキャリアとしては、耐磨耗性をさらに向上させる狙いから、表面を鉄系金属としても良い。また、低電位現像等に適合させるため、キャリアの抵抗は、実抵抗で、 $10^8 \Omega$ オーダー以下の低目にした。また錆の進行による磨耗が発生しないように適度に焼成する等で酸化膜を設けた。但し、前述したように、キャリアの下限抵抗は、上記キャリア附着を防止するために、 $10^6 \Omega$ オーダー以上とした。

【0037】このようなキャリアとしては、例えば、樹脂中にマグネタイトなどの微粉末磁性体を分散させたバインダ型粒子( $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ,  $2 \sim 3 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上,  $20 \sim 50 \text{emu/g}$ )をキャリア芯材とし、表面に金属皮膜を設けた系のものを用いることができる。このバインダ型粒子からなるキャリア芯材には、低磁力である、比重が小さい、電気抵抗が高い、小粒径であるなどの多くの特徴がある。また、材料の選択、構成比の調整により幅広い特性が得られるので、高画質用キャリアに適しているといえる。

【0038】フェライト系キャリア( $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ,  $4.5 \sim 5.5 \times 10^6 \sim 10^{15} \Omega \cdot \text{cm}$ ,  $40 \sim 70 \text{emu/g}$ )としては、銅、ニッケル、亜鉛、コバルト、マンガン、マグネシウムなどのフェライト粉末が用いられる。このフェライト系キャリアは、①組成、製造条件により磁力、電気抵抗などの物性の調整が容易である。②球形で流動性が良い。③化学的に安定である。などの特徴を有しており、高画質化、長寿命化に適しているといえる。

【0039】鉄粉系キャリア( $1 \sim 10 \mu\text{m}$ ,  $7 \sim 8 \times 10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下,  $70 \sim 250 \text{emu/g}$ )は、製造方法により還元鉄粉、アトマイズ鉄粉、窒化鉄粉などに分けられる。還元鉄粉、窒化鉄粉は不定型であるため球形化処理されることがある。また鉄粉キャリアにはあらかじめ酸化処理が施されている。

【0040】上記キャリアの粒径は、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の範

囲が良好である。また抵抗はダイナミック抵抗で $10^6 \sim 10^8 \Omega$ の範囲が最適である。但し、このキャリアの抵抗値は、磁石を内包したローラ( $\phi 20$ ; 600RPM)に担持して、幅6.5mm、長さ1mmの面積の電極をギャップ0.9mmで当接させ、200V(又は200V未満の耐圧上限レベル。鉄粉キャリアでは数V)の印加電圧を印加して測定した場合の測定値である。

【0041】図3に、本実施形態に係る現像装置で用いる現像剤のトナー11の構成例を示す。

①トナーのバインダ樹脂(構成比: 80~90%)は、結着性、定着性、摩擦帯電性(摩擦帯電性は主に現像に関与する)などの機能を備えている。トナーの摩擦帯電性は、バインダ樹脂の摩擦帯電系列、電機抵抗、誘電率に支配されるが、酸素、塩基性窒素などの置換基を含む電子供与性のもので正電荷を帯び易くすることができる。また、塩素、フッ素など置換基を含む電子受容性のもので負電荷を帯び易くすることができる。トナーの摩擦帯電性は、バインダ樹脂だけでなく、添加剤との組合せで制御する。また高湿時においても電荷を維持できるように、電気抵抗を設定することが好ましい( $10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 程度以上)。トナーの熱的特性は、定着およびトナーの保存に関与する。ここでは、トナーの保存中や移送中、ならびに現像装置内で、トナーが凝集しないようにするために、バインダ樹脂が $50 \sim 60^\circ\text{C}$ 以上の $T_g$ (ガラス転移温度)をもつようにした。また、現在主流となっている熱ローラ定着システム用のトナーに対しては、熔融時の粘弾性が重要であり、架橋、分子量分布、共重合体組成などで制御した。

【0042】トナーの機械的特性は、現像剤の耐久性およびトナー製造工程に関与する。トナーは、現像、クリーニングなど、プリンタ内で常に機械的衝撃を受けている。従って、トナーには、これらの機械的衝撃を上回る機械的強度が必要であるが、製造面からは、粉砕性の良いほうがコスト的に有利である。トナー用のバインダ樹脂には、例えば、一般的なポリスチレン、スチレン-アクリル共重合体、ポリエステル、エポキシ、ポリアミド、ポリメチルメタアクリレート、ポリビニルブチラールなどが使用している。これらのなかでもポリスチレン系樹脂、スチレン-アクリル共重合体樹脂、ポリエステル系樹脂などが好適である。

【0043】②トナーの着色剤(染料)は、構成比が5~15%で、着色する機能を有している。摩擦帯電性を有する黒トナー用には、ファーンブラック、チャンネルブラックなどのカーボンブラックを使用した。カーボンブラックの種類、添加量により、トナーの電気的物性、摩擦帯電性が影響を受ける。塩基性のものは正帯電用に、酸性のものは負帯電用に用いた例が好適であった。用いられる着色剤としては、公知の染料及び顔料が使用できる。

【0044】ここで、黄色系着色剤としては、例えば、

ナフトールイエローS、ハンザイエロー(10G、5G、G)、カドミウムイエロー、黄色酸化鉄、黄土、黄鉛、チタン黄、ポリアゾイエロー、オイルイエロー、ハンザイエロー、(GR、A、RN、R)、ピグメントイエローL、ベンジジンイエロー(G、GR)、パーマネントイエロー(NCG)、バルカンファストイエロー(5G、R)、タートラジンレーキ、キノリンイエローレーキ、アンスラザンイエローBGL、ベンズイミダゾロンイエロー、イソインドリノンイエロー等が挙げられる。

【0045】赤色系着色剤としては、例えば、ベンガラ、鉛丹、鉛朱、カドミウムレッド、カドミウムマーキュリレッド、アンチモン朱、パーマネントレッド4R、バラレッド、ファイヤーレッド、バラクロロオルトニトロアニリンレッド、リゾールファストスカーレットG、ブリリアントファストスカーレット、ブリリアントカーミンBS、パーマネントレッド(F2R、F4R、FRL、FRL、F4RH)、ファストスカーレットVD、ベルカンファストルビンB、ブリリアントスカーレットG、リゾールルビンGX、パーマネントレッド(F5R、FBB)、ブリリアントカーミン6B、ピグメントスカーレット3B、ボルドー5B、トルイジンマルーン、パーマネントボルドーF2K、ヘリオボルドーBL、ボルドー10B、ボンマルーンライト、ボンマルーンメジウム、エオシンレーキ、ローダミンレーキB、ローダミンレーキY、アリザリンレーキ、チオインジゴレッドB、チオインジゴマルーン、オイルレッド、キナクリドンレッド、ピラゾロンレッド、ポリアゾレッド、クロームバーミリオン、ベンジジンオレンジ、ペリノンオレンジ、オイルオレンジ等が挙げられる。

【0046】青色系着色剤としては、例えば、コバルトブルー、セルリアンブルー、アルカリブルーレーキ、ピーコックブルーレーキ、ビクトリアブルーレーキ、無金属フタロシアニンブルー、フタロシアニンブルー、ファストスカイブルー、インダンスレンブルー(RS、BC)、インジゴ、群青、紺青、アントラキノンブルー、ファストバイオレットB、メチルバイオレットレーキ、コバルト紫、マンガン紫、ジオキサニバイオレット、アントラキノンバイオレット、クロムグリーン、ジungkグリーン、酸化クロム、ビリジアン、エメラルドグリーン、ピグメントグリーンB、ナフトールグリーンB、グリーンゴールド、アシッドグリーンレーキ、マラカイトグリーンレーキ、フタロシアニングリーン、アントラキノングリーン等が挙げられる。

【0047】黒色系着色剤としては、例えば、カーボンブラック、オイルファーネスブラック、チャンネルブラック、ランプブラック、アセチレンブラック、アニリンブラック等のアジン系色素、金属塩アゾ色素、金属酸化物、複合金属酸化物等が挙げられる。また、その他の着色剤としては、チタニア、亜鉛華、リトボン、ニグロシ

ン染料、鉄黒等が挙げられる。これらの着色剤の含有量は結着樹脂100重量部に対して、通常1~30重量部の範囲内である。

【0048】③トナーの電荷制御剤(構成比:1~5%)は、トナーの摩擦帯電性を制御する。トナーの摩擦帯電量は、トナー像の現像及転写性を支配するため、トナー設計上最も重要と考えられている。材料からのトナーの摩擦帯電量の制御方法としては、バインダ樹脂による方法、着色剤(カーボンブラック、無機・有機顔料)による方法もあるが、この電荷制御剤による方法が一般的である。本実施形態では、正帯電トナーにはニグロシン染料、脂肪酸金属塩、第4級アンモニウム塩などの電子供与物質を、負帯電トナーにはアゾ系含金属染料、塩素化パラフィン、塩素化ポリエステルなどの電子受容性物質を用いた。

【0049】上記トナーに用いられる帯電制御剤としては、まず、トナーを正帯電性に制御するものとして、ニグロシン及びその変成物、トリブチルベンジルアンモニウム-1-ヒドロキシ-4-ナフトスルホン酸塩、テトラブチルアンモニウムテトラフルオロボレート等の四級アンモニウム塩、ジブチルスズオキシサイド、ジオクチルスズオキシサイド、ジシクロヘキシルスズオキシサイド等のジオルガノスズオキシサイド、ジブチルスズボレート、ジオクチルスズボレート、ジシクロヘキシルスズボレート等のジオルガノスズボレート等が挙げられる。また、トナーを負帯電性に制御するものとして、サリチル酸金属錯体や塩類、有機ホウ素塩類、カリックスアレン系化合物等が挙げられる。これらは、それぞれ単独あるいは2種類以上組合わせて用いることも可能である。これらの帯電制御剤の含有量は結着樹脂100重量部に対して、0.5~8重量部が好ましい。

【0050】④トナーの離型剤(構成比:0~5%)は、クリーニング特性の向上、定着オフセット防止、キャリアへのトナー樹脂のスベント防止などの機能を備えている。熱ローラ定着用トナーでは、オフセット防止剤として低分子量ポリプロピレン、低分子量ポリエチレンなどを用いた。

【0051】⑤トナーの外添剤(構成比:0~5%)は、トナーの流動性、摩擦帯電性、クリーニング特性、キャリアへのトナー樹脂スベント防止、トナー流動性の向上、摩擦帯電量の調整、クリーニング性向上、キャリア表面への付着物除去などを目的としてトナー表面に添加される。コロイダルシリカ、酸化チタン、アルミナ、炭化珪素、などの微粉末(1次粒径10~30nm)は、トナーブロッキング防止、流動性改善、クリーニング性改善、に大きく寄与する。またステアリン酸亜鉛などの脂肪酸金属塩の微粉末は、感光体の傷つき防止剤として使用される。

【0052】この他、上記トナーには、潤滑剤(半固体、固体)としての金属石鹸(アルミニウム、マンガ

ン、コバルト、鉛、カルシウム、クロム、銅、鉄、水銀、マグネシウム、亜鉛、ニッケルなどの石鹼）、フッカ物、研磨材としてのアルミナ（溶融物）、炭化珪素、炭化ホウ素、等の炭化物、タクマ材としての酸化鉄

(3)、酸化クロム(3)アルミナ（焼成物）等が適宜添加される。

【0053】このようなトナーの用いられる添加剤としては、従来公知のものが使用できるが、具体的には、Si、Ti、Al、Mg、Ca、Sr、Ba、In、Ga、Ni、Mn、W、Fe、Co、Zn、Cr、Mo、Cu、Ag、V、Zr等の酸化物や複合酸化物等が挙げられ、特にSi、Ti、Alの酸化物であるシリカ、チタニア、アルミナが好適に用いられる。また、このときの添加剤の添加量は、母体粒子100重量部に対して0.5～1.8重量部であることが好ましく、特に好ましくは、0.7～1.5重量部である。

【0054】添加剤の添加量が、0.5重量部未満であると、トナーの流動性が低下するため、十分な帯電性が得られず、また、転写性や耐熱保存性も不十分となり、また、地汚れやトナー飛散の原因にもなりやすい。また、添加剤の添加量が、1.8重量部より多いと、流動性は向上する。しかしながら、ビビリ、ブレードめくれ等の感光体クリーニング不良や、トナーから遊離した添加剤による感光体等へのフィルミングが生じやすくなり、クリーニングブレードや感光体等の耐久性が低下し、定着性も悪化する。さらに、細線部におけるトナーのチリが発生しやすくなり、特に、フルカラー画像における細線の出力の場合には、少なくとも2色以上のトナーを重ねる必要があり、付着量が増えるため、特にその傾向が顕著である。さらに、カラートナーとして用いる場合には、添加剤が多く含有されていると、透明シートに形成されたトナー画像をオーバーヘッドプロジェクターで投影した場合に投影像にかげりが生じ、鮮明な投影像が得られにくくなる。ここで、添加剤の含有量の測定には種々の方法があるが、蛍光X線分析法で求めるのが一般的である。すなわち、添加剤の含有量既知のトナーについて、蛍光X線分析法で検量線を作成し、この検量線を用いて、添加剤の含有量を求めることができる。

【0055】さらに、本実施形態で用いられる添加剤は、必要に応じ、疎水化、流動性向上、帯電性制御等の目的で、表面処理を施されていることが好ましい。ここで、表面処理に用いる処理剤としては、有機系シラン化合物等が好ましく、例えば、メチルトリクロロシラン、オクチルトリクロロシラン、ジメチルジクロロシラン等のアルキルクロロシラン類、ジメチルジメトキシシラン、オクチルトリメトキシシラン等のアルキルメトキシシラン類、ヘキサメチルジシラザン、シリコーンオイル等が挙げられる。また、処理方法としては、有機シラン化合物を含有する溶液中に添加剤を漬積し乾燥させる方法、添加剤に有機シラン化合物を含有する溶液を噴霧し

乾燥させる方法等があるが、本実施形態においては、いずれの方法も好適に用いることができる。

【0056】上述トナーは、磁性体を含有させ、磁性トナーとしても使用することもできる。具体的な磁性体としては、マグネタイト、ヘマタイト、フェライト等の酸化鉄、コバルト、ニッケルのような金属あるいはこれら金属とアルミニウム、銅、鉛、マグネシウム、スズ、亜鉛、アンチモン、ベリリウム、ビスマス、カドミウム、カルシウム、マンガン、セレン、チタン、タングステン、バナジウムのような金属との合金及びその混合物等が挙げられる。これらの磁性体は平均粒径が0.1～2μm程度のものが望ましく、このときの磁性体の含有量は、結着樹脂100重量部に対して20～200重量部、特に好ましくは結着樹脂100重量部に対して40～150重量部である。

【0057】トナーの体積平均粒径の範囲は3～12μmが好適であるが、本実施例では5μmであり、1200dpi以上の高解像度の画像にも十分対応することが可能である。

【0058】上記トナーがキャリアの表面を覆う被覆率 $T_n$ は、25～100%未満（トナー1層完全被覆未満）が適切である。この被覆率 $T_n$ が少ないと、トナーの過剰帯電、キャリア付着、現像能力不足等の問題が発生し易く、逆に被覆率 $T_n$ が過剰な場合には、トナーの帯電不足、地汚れ、トナー飛散等の問題が発生する。被覆率 $T_n = 100C / \{3^{(1/2)}\} / [2\pi(100 - C)\{(1 + r/R)^2\} \cdot (r/R) \cdot (\rho_r / \rho_c)]$ であらわせる。ここで、 $C$ : TC (wt%)、 $r$ : トナー半径 (μm)、 $R$ : キャリア半径 (μm)、 $\rho_r$ : トナーの真比重、 $\rho_c$ : キャリアの真比重である。以下の特性の7μm径のフェライトキャリア、7μm径のトナーを用いた場合の被覆率を算出した。 $r = 7\mu m$ 、 $R = 7\mu m$ 、 $\rho_r = 1.15 g/cm^3$ 、 $\rho_c = 5.2 g/cm^3$ とする。この結果、 $TC = 75 wt\%$ では被覆率は50.0%となった。

【0059】上記トナー濃度TCの水準を振り画像を比較したところ60wt%以上すなわち被覆率が25%以上の時は問題無く均一な画像が得られた。反対に40wt%より小さいときは被覆率10%以下であり、ベタ消費直後の低コントラスト画像の濃度が低くなった。キャリアに対するトナーの被覆率の寄与は如何にトナーを高効率で現像できるのかという点と考える。また被覆率の規定はトナー粒径等が変化した場合でも適用可能である。ここでトナー粒径を5μmとなった場合を考え比較を行う。(1)式を使用して比較すると、現状の7μm径のトナーではTCの下限が40wt%であったのが、5μm径のトナーでは29wt%が下限となった。このように、トナー粒径を小さくする事で被覆率を維持しつつトナー濃度を下げる事が可能となり、トナー飛散等の悪影響が抑える事が可能である。被覆率が上記、下限よ

り下回ったときはベタ消費直後の現像能力が低減する為に残像が発生してしまい、画像品質が劣化したものとなる。

【0060】この現像装置4は、感光体ドラム1のドラム径が60mmで、ドラム線速が240mm/秒に設定されている。また、現像ローラ43の径が18mmで、現像ローラ線速が360mm/秒に設定されている。また、トナー供給ローラ44のスリーブ径が20mmで、スリーブ線速が540mm/秒に設定されている。従って、現像ローラ線速に対するトナー供給ローラ線速の比は1.5である。またトナー供給ローラ44と現像ローラ43との間隔である供給ギャップは0.4mm以下に設定されている。供給ギャップは、従来ではキャリア粒径が50μmであれば0.4mmから0.8mm程度、すなわち、現像剤粒径の約10倍以下に設定されていたが、本実施例では100倍以下に設定するのが良い事になる。これより広くすると望ましいとされる画像濃度が出にくくなる。

【0061】また、トナー供給ローラ線速が900mm/secを超えるとキャリアに働く慣性力が大きくなる。このため、トナー供給ローラ回転方向出口側におけるトナー供給部では、現像ローラ磁束密度をかなり大きくしないと、キャリア飛散や現像ローラへのキャリア付着を阻止するのが困難となる。そこで、トナー供給ローラ線速が900mm/secとする。

【0062】次に、現像装置4における現像条件について説明する。この現像装置40においては、感光体ドラム1の帯電（露光前）電位V0を-350V、露光後電位VLを-50Vとして現像バイアス電圧VBを-250Vとした。すなわち現像ポテンシャル（VL-VB=200V）として現像工程が行われるものである。このとき、 $|VD-VL| > |VL-VB|$ は、400V>300Vとなる。 $|VD-VL| < 400V$ は、感光体ドラム1の露光部分とそうで無い部分の放電を避けるために、パッシェンの放電則より設定したものである。本実施形態はネガポジのプロセスである。

【0063】上記トナー供給ローラ44内には、このトナー供給ローラ44の周表面に現像剤の穂立ちを生じるように磁界を形成する磁石ローラ48が固定状態で備えられている。この磁石ローラ48から発せられる法線方向磁力線に沿うように、現像剤のキャリアが現像ローラ上にチェーン状に穂立ちを起し、このチェーン状に穂立ちを生じたキャリアに帯電トナーが付着されて、磁気ブラシが構成される。この磁気ブラシはトナー供給ローラ44の回転によってトナー供給ローラと同方向（図で見て時計回り方向）に移送されることとなる。上記磁石ローラは、複数の磁極（磁石）を備えている。

【0064】上記現像装置40は、現像剤による現像駆動トルクの範囲を0.15N・m以内に設定してトナー帯電を十分立ち上げさらに十分現像能力を確保した例で

ある。駆動トルクのうち、現像剤の攪拌に使用される分の割合は大きい。現像剤の攪拌はトナーの均一な帯電に必要であるからである。それを決める条件は現像剤量、攪拌に使用する部材、特に最近ではスクリュウ形状のものが多く提案されている。これらから、現像剤に当接する面積、接触頻度（回転数）、現像ローラ中の磁極の磁力、現像剤中のキャリアの飽和磁化、現像剤の規制部材である規制部材の現像ローラとの間隙、磁力等に依存することが分かっている。これらの条件を組み合わせるとトナーの効率的な帯電を促していたが、現像剤が受ける機械的なハザードが寿命を短くする要因になっており、これを低減することが重要と考える。そこで、本実施形態に係る現像装置では上記、トナーヘストレスを与える要因である現像トルクに着目し、余分な磁力を現像剤に及ぼさないようにしている。これにより、経時における現像剤の劣化促進が低減され、現像剤の寿命が最大100K枚以上のレベルに飛躍的に向上した。

【0065】また、磁気ブラシの硬さは、各磁極の形成する磁界と2成分現像剤の飽和磁化によって決まるもので、本実施形態では主磁極の磁力MDが70(T)、キャリアの飽和磁化MCが500(emu/cc)である。この範囲では磁気ブラシの硬さは適度であり、経時でも現像剤がストレスを受ける事なく使用し続けることができる（図10(a)参照）。MD<60(T)もしくはMC<300(emu/cc)では十分強固な磁気ブラシが形成できず、均一な現像が行えない。またMD>80(T)もしくはMC>910(emu/cc)では磁気ブラシがトナー供給ローラ44上で強固に形成される。トナーと、キャリアの摩擦力高まり、両者の表面が前者では添加剤の埋まり、後者ではトナーの一部がキャリアに付着する、所謂スペント化現象が発生する。このため、トナーの流動性低減、トナー帯電量の低減により現像特性が著しく劣化して、画像品質も劣化する（図10参照(b)）。なお、ここで用いたキャリアの真比重は3~5g/cm<sup>3</sup>程度である。

【0066】また、トナー供給ローラ44とドクタブレード45とは、互いに近接する方向の圧力を受けるよう構成することで、トナー供給ローラ44とドクタの間隙がトナー供給ローラのフレに拠らずに安定する。具体的には、図6に示すよう、ドクタブレード45は、トナー供給ローラ44端部に設けたスペーサに軽微な圧力で押し当てている。また、ドクタブレード45とトナー供給ローラ44との当接面は互いに滑り易く且つ磨耗し難い材料で構成することで、長期使用に耐えられる。このようにすることで、トナーの過不足帯電を防止して、現像特性を安定化することができる。

【0067】上記トナー供給ローラ44上の2成分現像剤中のトナーは、トナー供給ローラに印加されたバイアスと現像ローラ23に印加されたバイアスの電位差に依存して現像ローラ43に供給される。現像ローラ43に

印加される現像バイアス電圧VBを-250Vであり、トナー供給ローラ44に印加されるトナー供給ローラバイアス電圧を-350V、すなわち供給ポテンシャルを100Vとしてトナー供給おこなう。そして、上記感光体ドラム1の帯電（露光前）電位V0を-350V、露光後電位VLを-50Vとして現像バイアス電圧を-250Vすなわち現像ポテンシャル（VL-VB=200V）として現像工程が行われる。感光体ドラム1上に形成されたトナーの顕像は、その後、転写、定着工程を経て画像として完成される。転写は転写紙もしくは中間転写体の裏側に当接させたバイアス印加したローラもしくはチャージャー等が配設される。

【0068】上述のように現像剤としての磁気特性管理等のトナー補給をしていくことで、高画質な画像が得られる。しかし、経時でキャリアが劣化していくと、地汚れが増したり、高画像濃度が得られなくなり、高画質を維持できない虞がある。そこで、トナー補給動作と連動又は独立して、キャリアを使用済みキャリアの一部と入れ替えて現像剤に補充するキャリア補充手段を設けることで、高画質を長期的に維持することができる。ても良い。

【0069】図7は、キャリアとトナーの補給動作と連動してキャリア補充をおこなうキャリア補充手段を備えた現像装置の概略構成図である。この現像装置4は、現像装置内4の現像剤のトナー濃度を検知するトナー濃度センサ41と、現像剤攪拌部材47の上方に配置されるトナー補給口49、現像剤攪拌部材47の近傍の現像ケーシング46には位置されるオーバーフロー孔90とを備えている。そして、トナー濃度センサ41の検知結果に基づきトナー補給が必要と判断されたトナー補給を行う際、トナー濃度センサで制御するレベルよりトナー濃度が非常に高い現像剤（キャリアを含むトナー）をトナー補給口49より補給する。例えばトナー濃度センサで制御するレベルが40wt%の場合、補給トナーのトナー濃度を95wt%とする。現像剤は一定容積以上になるとオーバーフロー孔90から排出される。排出される現像剤は、使用済みキャリアだけでなくトナーと一緒に補給したばかりの新しいキャリアが直ちに排出されることもありえる。しかしながら、キャリアが劣化してキャリア寿命となる前に、少しずつ新キャリアと交換することができる。また、図8に示すように、トナー補給口49と別にキャリア補給口50を設け、トナー補給制御と独立のタイミングで間歇的にキャリア補充しても良い。この場合も、キャリア補充が行われ、現像剤が一定容積以上になるとオーバーフロー孔90から排出し、少しずつ新キャリアと交換することができる。このように、キャリア寿命に至る前に少しずつ新しいキャリアと入れ替えられるので、おおがかりな現像剤の交換が不要になる。

【0070】また、何らかの異常により現像ローラ43

上にキャリアが付着してしまうと、感光体ドラム1へのキャリア付着がおこってしまう。このようなキャリア付着を防止するために、現像ローラ43の表面付着したキャリアを補足するキャリア補足手段を設ける。図9は、キャリア捕集手段を設けた現像装置4の概略構成図である。現像ローラ43に非接触・近接状態で内部に固定磁石を有するキャリア捕集ローラ91と、キャリア捕集ローラ91上からキャリア除去しトナー供給ローラ44近傍に戻すキャリアクリーニングブレード92とを備えている。このキャリア捕集ローラ91は磁力により、現像ローラ43上に形成した非磁性トナーからなるトナー層を乱すことなく、キャリアのみを磁力で捕集する。さらに捕集したキャリアをキャリアクリーニングブレード92でトナー供給ローラ44上の磁気ブラシに戻す。キャリア捕集ローラ91表面の現像ローラ43に対向した磁束密度は該磁極中央部で法線方向磁束密度で60mT以上とすることが好適である。

【0071】ところで、本発明者等は、低光量の露光量を高密度としてビーム径を絞って露光する手法を用いて、いわゆる2値プロセスと称する画像形成装置を提案してきた。ところが、このような画像形成装置においては、露光量をアップすることによる課題が存在する。一つは高密度の光量のビーム径を絞ることは、光学設計の余裕度が低減し、部品精度の向上が不可欠でコストが上昇してしまう。更にもう一つの点は、露光量が大きいために感光体ドラム1に対する帯電・露光における、通電電荷量アップによるいわゆる静電ハザードを受けて、感光体ドラム1の寿命が短くなる要因の一つとなる。そこで、本実施形態に係る画像形成装置においては、感光体ドラム1の初期帯電電位を低くすることによって、露光量も同時に低減する。これにより、汎用光学部品を使用して高精細な潜像を形成することができ、感光体ドラム1への静電ハザードを低減して、感光体ドラム1の長寿命化が可能になる。

【0072】また、本実施形態の現像装置4において、その現像特性における $\gamma$ 曲線（現像電位差に対する現像量）をみると、その傾きが大きく、比較的低電位でも現像し易くすぐに飽和できる。これは、現像ローラ43上のトナー担持量を一定にして、ベタ画像で現像ローラ43上の多くの割合のトナーを、効率良く現像に寄与させることが比較的容易であることを示す。従って、小径ドットを形成する場合も、トナーの帯電電位を低く抑えることができ、従来の約半分の光量で、ドット潜像を形成でき、均一なドット画像を形成できるようになる。

【0073】以上述べたように、本実施形態の画像形成装置によれば、現像ローラ43上のトナー層が、均一、緻密な1成分現像を行うので、感光体ドラム1上にざらつき感がなく、高精細、高鮮鋭、地汚れ等のないトナー像を形成することができる。また、小粒径のキャリアを使用し、且つ高トナー濃度現像剤の磁化率の下限を保証



しているの、現像ローラ43及び感光体ドラム1へのキャリア付着を防止できるようになる。また、上記キャリアの空隙部分を除く単位体積当りの平均磁化率が、1 kOe磁場中で50emu/cc以上とする。このように、キャリアの磁化率の下限保証することで、キャリアに働く磁力の下限を保証でき、キャリアの付着を防止することができる。また、上記キャリアが磁場中の動的電気抵抗が $10^6 \Omega$ 以上の磁性粒子からなるものとする。このように、キャリアが磁場中の動的電気抵抗の下限を規定することで、この下限より小さい場合に発生するキャリアの静電誘導荷電の抑制して、キャリアに働く静電気力を小さくする。よって、現像ローラ43および感光体ドラム1へのキャリアの付着をさらに抑制することができる。また、ドクターブレード45により現像剤量が規制された直後のトナー供給ローラ44上の現像剤中のトナーの、単位質量当りの平均帯電量の絶対値が、 $5 \mu\text{C/g}$ 以上とする。このように、トナーの帯電電荷量の下限を管理することで、トナーとキャリアとの静電気力の下限を保証する。よって、キャリアからのトナーの浮遊・遊離が防止され、トナー飛散を防止できるようになる。また、トナー供給ローラ44上から現像ローラ43対して、電界作用による静電力で上記磁気ブラシ中のトナーを受け渡す現像領域の最下流部の、トナー供給ローラ44の法線方向の磁束密度が60mT以上とする。このように、トナー供給ローラ44の磁界強度の下限の保証により、現像剤に働く磁力下限を保証する。よって、現像ローラ43および感光体ドラム1へのキャリアの付着を防止できるようになる。また、上記キャリアの平均球形度が、0.8以上とする。これにより、キャリア表面にトナーが引っかかり易い凹部が少なくなる。よって、トナースペントを防止し易くなる。また、トナーの現像剤への補給動作と連動又は独立して、キャリアを使用済みキャリアの一部と入れ替えて現像剤に補充するキャリア補充手段としての、キャリア補給口50およびオーバーフロー孔90を設ける。キャリア補給口50よりキャリアを補給して、現像装置内の現像剤が一定容積以上になるとオーバーフロー孔90から現像剤が少しずつ排出する。これにより、少しずつ新キャリアと交換することができる。このように、キャリア寿命に至る前に少しずつ新しいキャリアと入れ替えられるので、おおがかりな現像剤の交換が不要になる。また、現像ローラ43の表面に近接するように対向配置されて、現像ローラ43表面に付着したキャリアを補足するキャリア補足手段としてのキャリア補足ローラ91を設けた。トナー供給ローラ44から現像ローラ43にキャリアが移っても、キャリア補足ローラ91により直にこのキャリアを磁力回収するので、感光体ドラム1へのキャリア付着を防止することができる。よって、転写抜け、感光体の損傷等のトラブルを防止できるようになる。また、現像ローラ43との間に形成されるトナーの供給ポテンシャル

(絶対値)が400V以下となるようにする。このように、供給ポテンシャルをおさえることで、供給ポテンシャルが過剰でキャリアが電荷注入によって逆極性に帯電してしまうことを防止する。これにより、トナー担持体へのキャリアの付着を防止する。また、現像ローラ43と感光体ドラム1との間に形成される現像ポテンシャル(絶対値)が400V以下となるようにする。たとえ、トナー担持体にキャリアが付着した場合でも、現像ポテンシャルをおさえることで、キャリアが電荷注入によって逆極性に帯電し、感光体ドラム1上に付着してしまうことを防止する。また、キャリアの心材が樹脂と磁性粒子とを混練した混合物から構成する。キャリアが小さく、且つ、磁性体のみのキャリアより柔らかいため、現像ローラ44等と与えるストレスを低減することができる。よって、現像ローラ44の長寿命化ができる。また、万が一、現像ローラ43、感光体ドラム1へキャリアが付着した場合でも、柔らかいため与えるダメージが少なくすむ。また、トナーの体積平均粒径を $4 \sim 9 \mu\text{m}$ とする。これにより、高解像度の画像にも十分対応することができるとともに、トナー飛散を抑制できる。また、トナーを磁性トナーとする。これにより、トナーの飛散、落ちをさらに抑制できる。また、トナー供給ローラ44の表面線速が、 $900 \text{mm/sec}$ 以下とする。これにより、トナーに働く遠心力を抑制でき、キャリア飛散、落ち及び付着を抑制する。また、キャリアの芯材が、 $\text{MO} \cdot \text{Fe}_2 \text{O}_3$  (Mは2価の金属イオン)の組成を持つ一群のフェライトからなるものとする。このような材料を用いることで、キャリア芯材の特性を安定にでき、キャリア特性を安定化することができる。また、キャリア補足ローラ91により現像ローラ44上から補足したキャリアをトナー供給ローラ44上の現像剤に戻すものである。これにより、キャリアの消費を防止できる。また、トナー供給ローラ44とドクターブレード45との間隙を $400 \mu\text{m}$ 以下とする。これにより、現像ローラ上トナー薄層特性安定化することができる。また、トナー供給ローラ44とドクターブレード45とが互いに近接する方向の圧力を受けるようにする。これにより、現像ローラ上トナー薄層特性安定化することができる。また、トナー供給ローラ44とドクターブレード45との間隔を一定に保つ間隙保持部材としてのスペーサ42を設けたものである。これにより、簡易な構成で現像ローラ上トナー薄層特性安定化することができる。

【0074】

【発明の効果】請求項1乃至20の発明によれば、現像時におけるトナー飛散を防止でき、且つ現像時における潜像担持体へのキャリアの付着を防止できる。よって、トナー濃度不足やトナー濃度変化の少ない緻密で滑らか且つ地肌汚れの無い高品質なトナー像を得ることができるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用されるプリンタの概略構成図。

【図2】上記プリンタで用いられる現像装置を示す概略構成図。

【図3】上記現像装置で用いられる現像剤のトナーの一例を示す概略図。

【図4】上記現像装置で用いられる現像剤のキャリアの一例を示す概略図。

【図5】従来の現像装置で用いられる現像剤のキャリアの一例を示す概略図。

【図6】上記現像装置で用いられる現像剤の一例を示す概略図。

【図7】上記現像装置のキャリア補充手段の一例をしめす概略図。

【図8】上記現像装置のキャリア補充手段の他の例をしめす概略図。

【図9】上記現像装置のキャリア捕集手段の他の例をしめす概略図。

【図10】(a) 上記現像装置で用いられる現像剤のキャリアの経時での状態示す説明図。

(b) 従来の現像装置で用いられる現像剤のキャリアの経時での状態示す説明図。

【符号の説明】

1 感光体ドラム

2 帯電装置

4 現像装置

5 転写装置

6 定着装置

7 クリーニング装置

8 除電ランプ

11 トナー

12 キャリア

13 2成分現像剤

41 トナー濃度センサ

42 スペーサ

43 現像ローラ

44 トナー供給ローラ

45 ドクターブレード

46 現像ケーシング

47 攪拌・搬送部材

48 固定磁石

49 トナー補給口

50 キャリア補給口

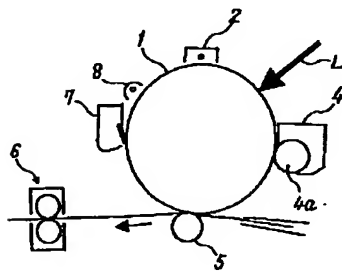
90 オーバーフロー孔

91 キャリア捕集ローラ

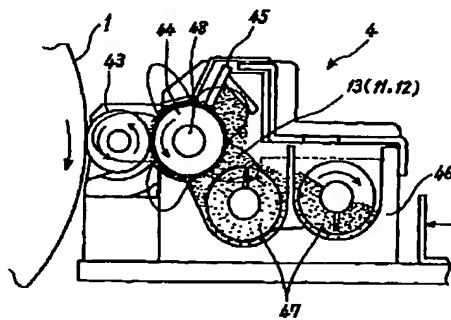
92 キャリアクリーニングブレード

P 記録紙

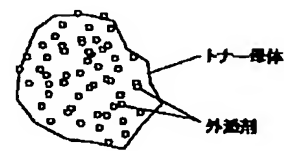
【図1】



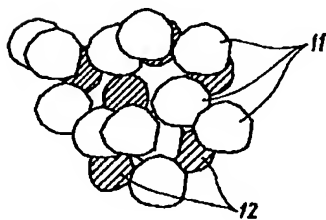
【図2】



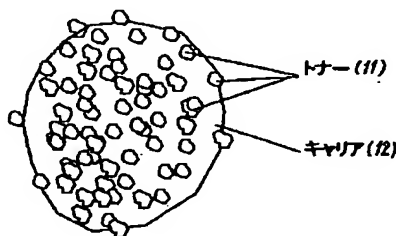
【図3】



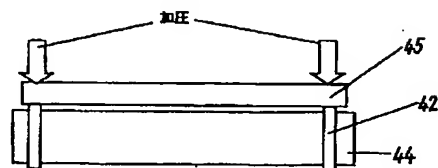
【図4】



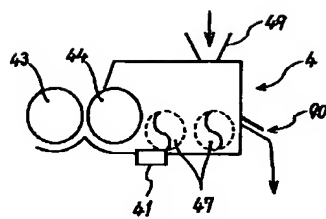
【図5】



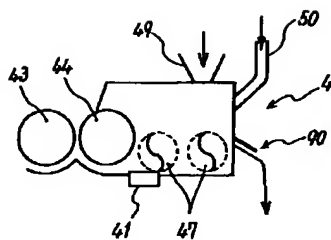
【図6】



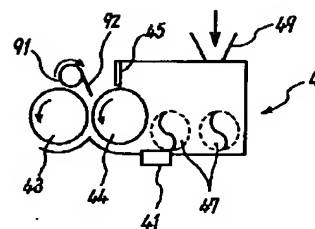
【図7】



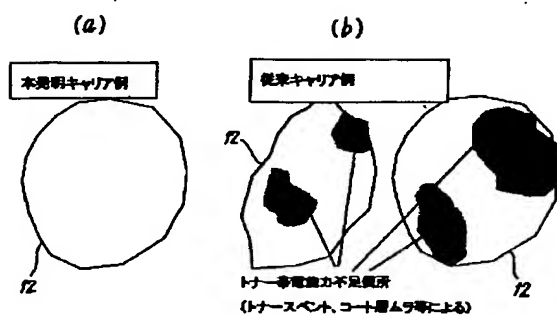
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>		識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 3 G	9/08		G 0 3 G 9/10	
	9/083		15/06	1 0 1
	9/10		15/09	A
	9/107		15/08	5 0 7 L
15/06		1 0 1		5 0 7 C
15/09				5 0 7 A
			9/10	3 2 1
				3 3 1
			9/08	1 0 1

(72)発明者 後藤 一雄  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
 会社リコー内  
 (72)発明者 池口 弘  
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式  
 会社リコー内

Fターム(参考) 2H005 AA02 BA02 BA03 BA15 EA01  
 EA02 EA05 EA10 FA01 FA02  
 2H031 AC04 AC20 AC34 AC42 BA06  
 BA08 BA09 BC00 CA07  
 2H073 AA10 BA02 BA13 BA43 CA03  
 2H077 AA39 AB15 AC04 AC12 AD02  
 AD06 AD13 AD18 AD35 AE06  
 CA01 CA11 CA15 CA19 DA10  
 DA42 EA01 EA13